

**POTENSI AIR KELAPA DALAM PROSES FERMENTASI BIOETANOL DENGAN
PENAMBAHAN NPK DAN TWEEN80TM**

**COCONUT WATER POTENTIAL IN THE PROCESS OF BIOETHANOL
FERMENTATION WITH ADDITION OF NPK AND TWEEN80TM**

Titus T Turnip¹, Fajar Restuhadi² and Evy Rossi²

Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau, Pekanbaru
Jl. Bina Widya No. 30 Km. 12,5 Simpang Baru Kecamatan Tampan Pekanbaru (28293)
Telp. (0761) 63270, Fax. (0761) 63271
Email: titusnip@gmail.com

ABSTRACT

This study was conducted to determine the optimization of production of bioethanol with a combination of coconut water, *tween80* and NPK as nutrient *Saccharomyces cerevisiae* to produce ethanol using a fermentation technique Very High Gravity Fermentation. This research was conducted experiments with four treatments and measurement in duplicate. Combination of NPK levels are U1 (0.2%), U2 (0.4%), U3 (0.6%) and U4 (0.8%). Observations were made every 24 hours; covering sugar, ethanol content, the number of cells, and pH. Data were analyzed descriptively by using a tabular or graphical. The best treatment is a combination of U4 (NPK 0.8%) which resulted in the largest ethanol 11%.

Keywords: *Coconut water, tween80, NPK, Bioethanol, Very High Gravity Fermentation*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bahan bakar dari minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat di perbaharui. Saat ini pemakaian bahan bakar sangat tinggi sementara itu persediaan bahan bakar dari minyak bumi sudah semakin menipis. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2012), pemakaian bahan bakar minyak terbanyak di Indonesia pada tahun 2010 meliputi premium mencapai 66.820.000 barel dan pertamax mencapai 3.301.000 barel (BPS, 2012).

Bahan bakar dari minyak bumi jika terus menerus di konsumsi tanpa adanya bahan bakar pengganti maka akan terjadi kelangkaan bahan bakar. Perlu adanya bahan bakar alternatif sebagai sumber energi untuk mengatasi hal ini. Bioetanol (C₂H₅OH) merupakan senyawa organik yang memiliki peluang besar menjadi pengganti bahan bakar minyak bumi.

Kabupaten Indragiri Hilir, merupakan salah satu sentra produksi tanaman kelapa terbesar di Provinsi Riau. Menurut Badan Pusat Statistik (2013), produksi kelapa di

daerah Riau pada tahun 2013 mencapai 47,382,000 ton/tahun. Pemanfaatannya hanya masih sebatas diambil santannya, dan dijadikan kopra sedangkan air kelapa pada umumnya di buang sebagai limbah.

Dalam satu buah kelapa tua air kelapa mengisi 3/4 bagian rongga dalam buah kelapa, yaitu 300 ml per buah (Freemond dan Ziller, 1996). Dalam proses fermentasi air kelapa ini, akan digunakan Metode *VHG fermentation*. *Very high gravity* adalah proses fermentasi dengan menggunakan medium yang mengandung kadar gula yang tinggi. Secara umum, air kelapa mengandung 4,7% total padatan, 2,6% gula, 0,55% protein, 0,74% lemak, serta 0,46% mineral. Tanaman kelapa disebut juga tanaman serba guna, karena dari akar sampai ke daun kelapa bermanfaat. Komposisi gizi yang terkandung dalam air kelapa ini, memungkinkan air kelapa dapat dijadikan Bioetanol. *Very High Gravity fermentation* ini memiliki sejumlah keunggulan, seperti meningkatkan konsentrasi etanol yang dihasilkan dan juga

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Riau
2. Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Riau

meningkatkan laju fermentasi, sehingga dapat mengurangi biaya produksi dan mengurangi resiko kontaminasi oleh mikroba lain (Liu *et al.*, 2011). Menurut Casey *et al.* (1984), faktor pembatas yang menghambat produksi etanol adalah defisiensi nutrisi. Selain beberapa keuntungan di atas, fermentasi *Very High Gravity fermentation* ini memiliki kekurangan, konsentrasi gula yang tinggi di awal fermentasi dan konsentrasi bioetanol yang tinggi di akhir proses fermentasi akan menyebabkan khamir mengalami stres. Stres terjadi akibat peristiwa osmosis pada dinding sel khamir tersebut (Feng *et al.*, 2006). Untuk mengurangi efek negatif tersebut perlu ditambahkan nutrisi. (Pham *et al.*, 2010).

Nutrisi yang digunakan adalah NPK, NPK berfungsi berfungsi sebagai sumber nitrogen yang berguna bagi pembentukan asam nukleat dan asam-asam amino, selain nitrogen K dan P juga dapat dimanfaatkan. Dimana K berfungsi sebagai kofaktor enzim dan P berfungsi sebagai sintesis asam nukleat, ATP, fosfolipid dan senyawa yang mengandung fosfor lainnya.

Tujuan Penelitian

Untuk melihat pengaruh penambahan kadar NPK dalam proses fermentasi air kelapa sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Riau Pekanbaru. Penelitian dilakukan selama 2 bulan yaitu dari bulan Desember 2015 hingga Januari 2016.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air kelapa, khamir *Saccharomyces cereviceae* (saft instant), akuades, sukrosa, NPK dan *Tween80TM*. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis adalah glukosa anhidrat, akuades, NaCl 0,85%, alkohol 70%,

Na₂CO₃, Kalium-natrium-tartrat, NaHCO₃, Na₂SO₄, H₂SO₄ 96%, CuSO₄.5H₂O, amonium molibdat, dan Na₂AsO₄.7H₂O.

Peralatan yang digunakan adalah galon, erlenmeyer, gelas ukur, corong, pipet ukur, labu ukur, tabung reaksi, kuvet dan pipet tetes. Alat analisis yaitu pH meter, alkohol meter, spektrofotometer, *destilator*, dan *rotary evaporator*. Alat-alat lainnya seperti, timbangan analitik, sentrifuse, *water bath shaker*, spatula, *autoclave*, mikro pipet, tip, *automatic mixer*, jarum ose, kapas penutup, aluminium foil, *hot plate*, *magnetic stirrer*, pompa suntikan, kertas saring, inkubator, kompor gas, oven pengering, *laminar flow cabinet*, saringan, lampu spritus, lemari es (*refrigerator*), kamera, peralatan tulis dan alat lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan secara eksperimen untuk melihat fenomena pengaruh beberapa kombinasi kadar NPK dengan proses fermentasi pembentukan bioetanol. Pengukuran dilakukan secara duplo (dua kali pengulangan) setiap hari hingga hari kelima untuk beberapa parameter pengamatan yaitu kadar etanol, kadar gula, jumlah sel dan perubahan pH. Kadar gula dari medium fermentasi adalah (200 g/l). Adapun unit percobaan dalam peniltian ini adalah sebagai berikut: U1 = Gula 200 g/l; NPK 0,2 mg/l; *Tween80TM* 0,2 % dari medium air kelapa
U2 = Gula 200 g/l; NPK 0,4 mg/l; *Tween80TM* 0,2 % dari medium air kelapa
U3 = Gula 200 g/l; NPK 0,6 mg/l; *Tween80TM* 0,2 % dari medium air kelapa
U4 = Gula 200 g/l; NPK 0,8 mg/l; *Tween80TM* 0,2 % dari medium air kelapa

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan tabulasi dan grafik.

Pelaksanaan Penelitian

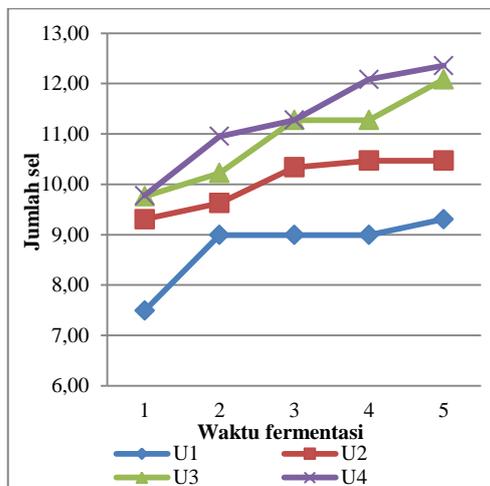
Pelaksanaan penelitian akan dilakukan proses fermentasi air kelapa kental dengan menggunakan sel bebas *Saccharomyces cereviceae* Pengamatan fermentasi bioetanol meliputi: kadar gula reduksi,

kadar etanol, jumlah mikroba dan derajat keasaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

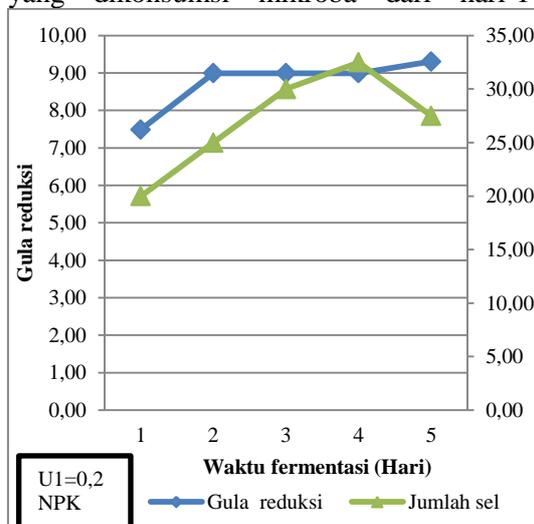
Jumlah Konsumsi Gula (%)

Pada penelitian kali ini pengukuran kadar gula reduksi dilakukan hingga hari kelima untuk mengetahui jumlah gula yang dikonsumsi oleh sel mikroba. Pengukuran kadar gula dilakukan menggunakan metode Nelson-Somogy. Nilai rata-rata hasil pengukuran hari ke-1 hingga hari ke-5 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara kadar gula reduksi dan waktu fermentasi.

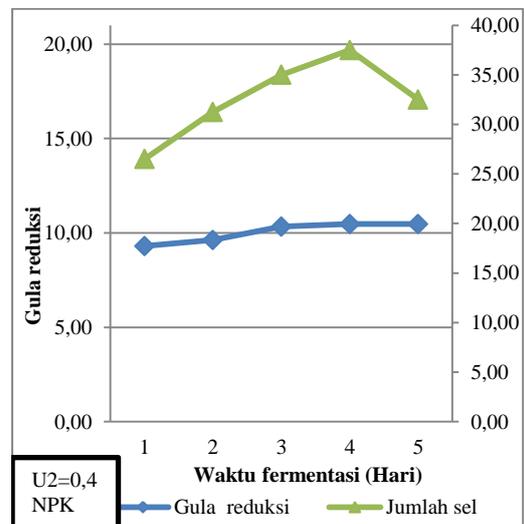
Dari Gambar 6 dapat dilihat secara keseluruhan fermentasi dari hari ke-1 hingga ke-5 untuk semua perlakuan. Jumlah konsumsi gula semakin meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi. Gambar 6 menunjukkan peningkatan jumlah kadar gula yang dikonsumsi mikroba dari hari-1

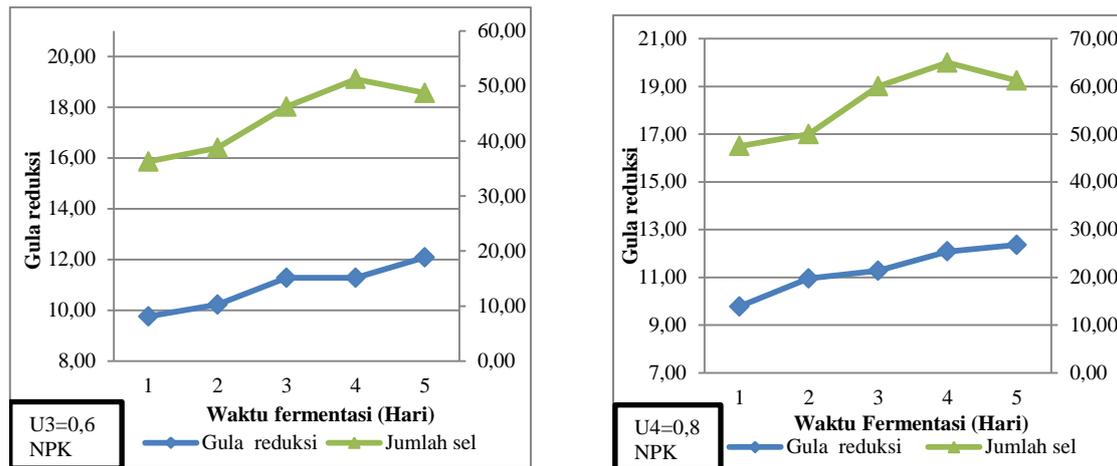


hingga hari ke-5. Hal ini dikarenakan peran NPK sebagai medium yang dapat mendukung pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* secara optimal mulai terlihat dalam mengkonsumsi

gula, dimana N berfungsi sebagai sumber nitrogen yang berguna bagi pembentukan asam nukleat dan asam-asam amino, K berfungsi sebagai kofaktor enzim dan P berfungsi sebagai sintesis asam nukleat, ATP, fosfolipid dan senyawa yang mengandung fosfor lainnya (Bayu, 2011).

Saccharomyces cerevisiae mengalami pertumbuhan yang cepat karena nutrisi yang terkandung dalam medium tersedia dalam jumlah yang berlebih untuk dimanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* bagi pertumbuhannya (Erna P *et al* 2004). Pada perlakuan U4 (NPK 0,8%) di hari ke-5 fermentasi adalah jumlah konsumsi gula tertinggi. Hal ini diduga karena kandungan nitrogen yang terdapat dalam NPK mampu membentuk asam amino, asam nukleat dan pembentukan enzim. Sehingga sel yang tumbuh semakin banyak, dan jumlah gula yang dikonsumsi semakin meningkat. Sedangkan rendahnya jumlah konsumsi gula diawal fermentasi diduga karena tingginya kadar gula diawal fermentasi sehingga menyebabkan osmotik shock pada sel. *Twen80TM* yang berperan sebagai surfaktan untuk mengurangi efek negatif yang diakibatkan peristiwa osmosis belum dapat mengurangi secara signifikan.



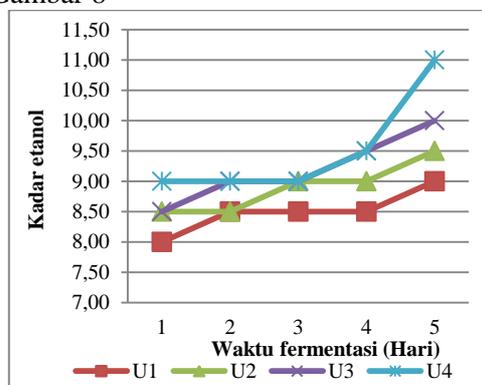


Gambar 7. Hubungan antara Kadar gula reduksi dan Jumlah sel.

Gambar 7, menunjukkan hubungan antara kadar gula reduksi dan jumlah sel. Sel mengalami peningkatan dihari ke-1 hingga ke-4, ini menunjukkan efek penambahan NPK menyebabkan pertumbuhan sel meningkat. Nitrogen dimanfaatkan sel sebagai substrat metabolisme untuk sintesis komponen sel, terjadinya sintesis sel ditandai dengan meningkatnya jumlah sel. Perlakuan U4 (NPK 0,8%) pada hari ke-4 adalah jumlah pertumbuhan *saccharomyces cerevisiae* tertinggi, hal ini sesuai dengan jumlah gula yang dikonsumsi. Semakin banyak jumlah sel yang tumbuh maka gula yang dikonsumsi semakin meningkat.

Kadar etanol (%)

Setelah fermentasi dari hari ke-1 dilaksanakan, akan dilakukan pengamatan terhadap hasil etanol yang didapatkan setiap harinya. Nilai rata-rata kadar etanol di setiap periode pengukuran hari ke-1 hingga hari ke-5 fermentasi dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8. Hubungan antara kadar etanol dan waktu fermentasi

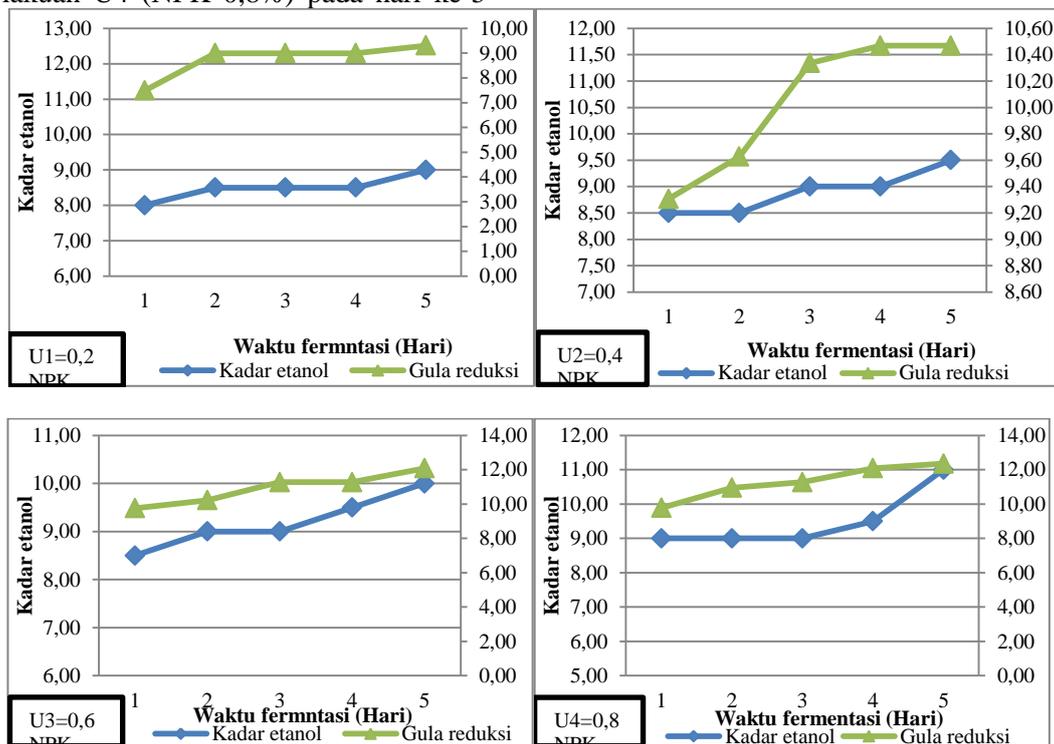
Setelah melihat Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar NPK yang ditambahkan maka hasil etanol juga meningkat. Hal ini dapat dilihat pada hari ke-1 fermentasi untuk semua perlakuan, dimana ada peningkatan etanol yang dihasilkan. Meningkatnya hasil etanol yang dihasilkan diduga terjadi karna kandungan glukosa pada medium fermentasi dapat diubah menjadi etanol oleh sel *saccharomyces cerevisiae* yang perkembangbiakannya dibantu oleh NPK yang ditambahkan dalam medium fermentasi.

Dalam proses fermentasi selain mengkonsumsi glukosa *saccharomyces cerevisiae* juga memerlukan kandungan nitrogen yang diharapkan dapat membantu pertumbuhan sel tunas baru. Sesuai dengan pernyataan (Sefriana) 2012, semua makhluk hidup mempunyai persyaratan yang sama dalam hal pemenuhan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Makhluk hidup membutuhkan energi, sumber karbon, nitrogen, unsur logam, vitamin dan air. Menurut Thomas *et al.* (1993) sintesis enzim glikolisis serta enzim dari jalur heksosa monofosfat pada kondisi stres osmotik akibat konsentrasi gula tinggi diatur oleh konsentrasi gula dan ketersediaan nitrogen. Ketersediaan nitrogen yang cukup pada media dengan konsentrasi gula tinggi merupakan salah satu penyebab fermentasi berjalan baik atau meningkat (Ishmayana *et al.*, 2007). Dalam fermentasi kali ini kandungan nitrogen yang terdapat

dalam NPK dapat meningkatkan sintesis protein transporter sehingga sistem transpor gula menjadi lebih aktif.

Sesuai dengan pernyataan Ishmayana *et al.* (2007) kekurangan nitrogen pada media dengan konsentrasi gula tinggi merupakan salah satu penyebab fermentasi berjalan lambat atau terhenti. Penghambatan transpor gula merupakan faktor utama yang menghambat metabolisme fermentasi.

Peningkatan etanol terlihat pada perlakuan U4 (NPK 0,8%) pada hari ke-5



Gambar 9. Hubungan antara Kadar etanol dan Gula reduksi.

Gambar 9, menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar NPK yang ditambahkan semakin tinggi etanol yang dihasilkan. Gambar diatas juga menunjukkan bahwa konsumsi gula dihari pertama selalu menjadi yang terendah (U1, U2, U3, U4) ini terjadi karna masih tingginya kadar gula diawal fermentasi, sejalan dengan etanol yang dihasilkan yang juga rendah hal ini diduga karna gula yang dikonsumsi tidak semua dikonversi menjadi etanol.

Nilai etanol terendah adalah perlakuan U1 dengan penambahan 0,2% NPK, hal ini terjadi diduga terjadi karna sel di awal masih melakukan adaptasi di awal hari fermentasi, karena tidak semua gula

fermentasi dimana menjadi hasil fermentasi etanol tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, hal ini diduga karna kadar NPK yang ditambahkan semakin tinggi sehingga pertumbuhan sel semakin meningkat. Meningkatnya pertumbuhan jumlah sel sejalan dengan konsumsi gula yang semakin meningkat dan menghasilkan kadar etanol yang meningkat pula. Sesuai dengan pernyataan Azizah (2014) Etanol yang dihasilkan berbanding lurus dengan jumlah gula yang dikonsumsi.

dimanfaatkan oleh sel untuk diubah menjadi etanol. Selain untuk menghasilkan etanol, *Saccharomyces cerevisiae* juga memanfaatkan gula untuk pertumbuhan sel, pemeliharaan sel dan menghasilkan produk lainnya seperti gliserol, asam asetat, asam laktat, dan asam suksinat (Draphco *et al.*, 2008).

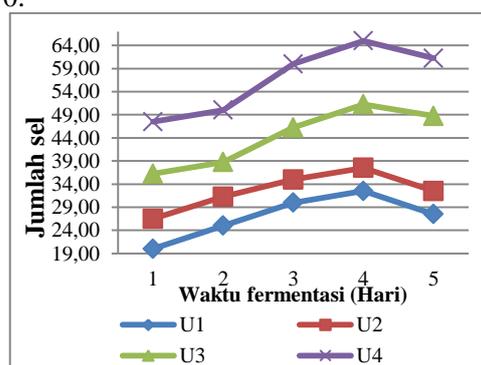
Pada perlakuan U4 dengan penambahan NPK 0,8% hari ke lima fermentasi adalah penghasil etanol dengan nilai tertinggi, pada perlakuan U4 (NPK 0,8%) juga gula yang dikonsumsi semakin tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini terjadi karena suplai nutrisi untuk pertumbuhan *Sacharomyces cereviciae*

semakin tercukupi, sesuai dengan pendapat peneliti sebelumnya Rikana *et al.*, (2011) bahwa bakteri membutuhkan nutrisi esensial sebagai makanan dan sumber energi seperti nitrogen dan phosphate untuk tumbuh, dengan demikian maka bioetanol yang dihasilkan juga lebih maksimal. Namun, bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat akan habis dan *Saccharomyces cerevisiae* tidak lagi dapat memfermentasi glukosa sehingga kekurangan makanan yang mengakibatkan kinerjanya menurun dan mengakibatkan kadar etanol yang dihasilkan akan menurun juga.

Dapat disimpulkan bahwa Gambar 9, menunjukkan bahwa etanol tertinggi dihasilkan pada fermentasi hari ke-5 dengan kombinasi perlakuan U4 (NPK 0,8%). Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa fermentasi pada media kental atau *high gravity* dengan tambahan NPK sebesar 0,8% menghasilkan etanol yang lebih tinggi dibandingkan fermentasi pada media yang lebih rendah konsentrasinya pada waktu yang sama. Hasil ini tidak berbeda jauh dari penelitian yang telah dilakukan Najah (2009) yang menghasilkan etanol terbaik dengan penambahan Nitrogen 0,7%.

Jumlah Sel Mikroba

Nilai rata-rata jumlah mikroba di setiap periode pengukuran hari ke-1 hingga hari ke-5 fermentasi dapat dilihat pada Gambar 10.



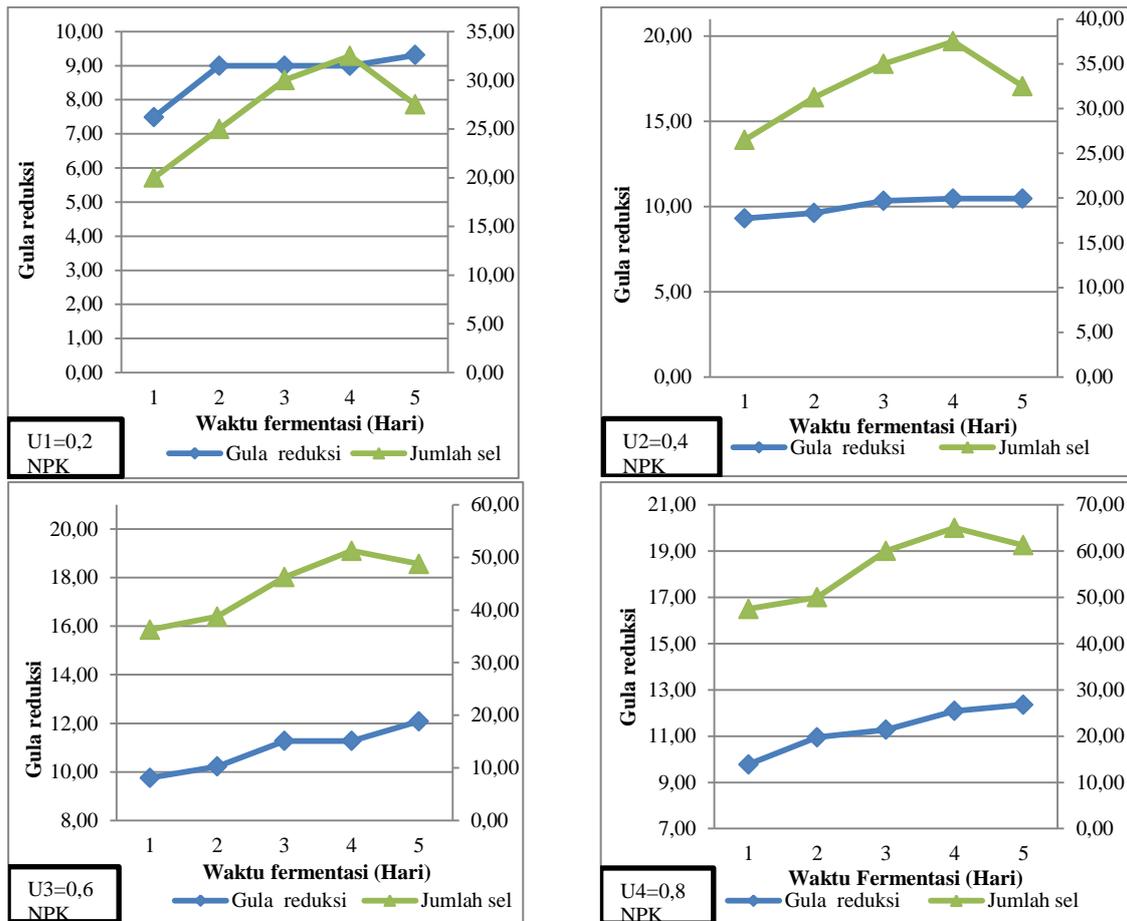
Gambar 10. Hubungan antara jumlah mikroba dan waktu fermentasi.

Kurva pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat dalam Gambar 10 menunjukkan bahwa pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* semakin meningkat hingga pada hari ke-4, pada hari ke-5 (Perlakuan U1, U2, U3, U4)

Saccharomyces cerevisiae mengalami penurunan walaupun tidak signifikan. sel *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase kematian yaitu ditandai dengan jumlahnya yang mulai menurun, hal ini diduga karena sel *Saccharomyces cerevisiae* mulai masuk fase kematian. Sesuai dengan pernyataan Wahyono *et al* (2011) sel *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase kematian yaitu ditandai dengan jumlahnya yang mulai menurun, hal ini diduga karena metabolit primer (bioetanol) yang dihasilkan bersifat racun bagi khamir.

Pada fermentasi hari ke-1 pengaruh penambahan NPK belum memberikan pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan sel, hal ini terjadi karena tingginya kadar gula diawal hari fermentasi sehingga sel mengalami tekanan osmosis. Sesuai dengan pernyataan Sefrina (2012), Kadar gula yang tinggi akan meningkatkan tekanan osmosis dalam medium sehingga menghambat laju pertumbuhan mikroba. *Tween80*TM yang diharapkan berperan sebagai surfaktan untuk mengurangi efek negatif yang diakibatkan peristiwa osmosis tidak memberikan efek yang signifikan. Pada hari ke-2 hingga ke-4 mulai terlihat peningkatan jumlah *Saccharomyces cerevisiae*.

Pada perlakuan U4 (NPK 0,8%) dan U3 (NPK 0,6) dihari ke-4 fermentasi terjadi peningkatan jumlah sel, hal ini diduga terjadi karena semakin tercukupinya kandungan nutrisi yang terdapat dalam NPK, terutama kandungan nitrogen yang diharapkan mampu membantu pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ishmayana *et al.* (2007), ketersediaan nutrisi, terutama nitrogen, sangat berpengaruh terhadap kinerja fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* pada kondisi VHG. Pada perlakuan U4 (NPK 0,8%) adalah penghasil jumlah sel tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, diduga kandungan nitrogen yang digunakan sebagai sintesis protein di dalam sel semakin tercukupi pada perlakuan U4 sehingga terjadi peningkatan pertumbuhan sel dimana perlakuan U4 adalah penambahan NPK tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.



Gambar 11. Hubungan antara Jumlah sel dan Kadar etanol.

Pola pertumbuhan sel tidak sejalan dengan peningkatan etanol yang dihasilkan pada hari ke-5 fermentasi dimana sel mengalami penurunan pada hari ke-5 namun etanol tertinggi dihasilkan pada hari ke-5, hal ini diduga karna tingginya kadar etanol dihari ke-5 dapat menyebabkan kematian bagi sel itu sendiri. Sesuai dengan pernyataan Wahono et al (2011) sel khamir memasuki fase kematian yaitu ditandai dengan jumlahnya yang mulai menurun, hal ini karena metabolit primer (bioetanol) yang dihasilkan bersifat racun bagi khamir.

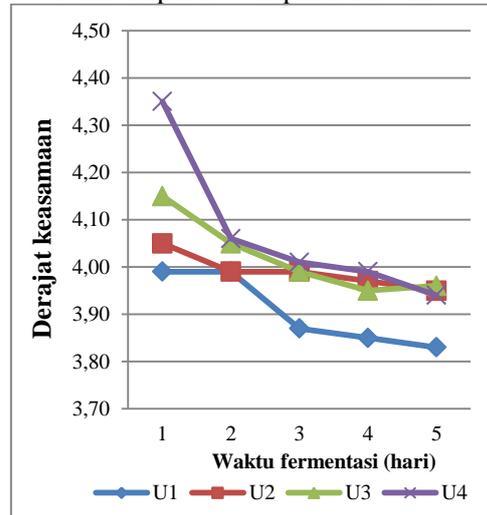
Pengaruh penambahan NPK pada U1 belum secara berarti mempengaruhi pola pertumbuhan sel. Pengaruh penambahan NPK dapat terlihat pada perlakuan U4 dengan penambahan NPK 0,8%, menghasilkan etanol sebesar 11% pada fermentasi hari ke-5 sejalan dengan sel yang berkembang biak. Diduga penambahan fosfat yang terdapat dalam NPK berkontribusi dalam menyediakan unsur hara dalam pertumbuhan sel.

Pada penelitian ini ragi yang digunakan adalah ragi soft instan. Ragi yang digunakan sebesar 5 g/l. Berdasarkan penelitian Komarayati *et al.* (2011), banyaknya jumlah ragi yang digunakan tidak selalu diikuti dengan kadar alkohol dari hasil fermentasi yang tinggi. Terdapat batasan terhadap jumlah ragi yang dapat digunakan untuk mendapatkan kadar alkohol yang optimal. Peran NPK sudah mulai terlihat dari hari ke-1 hingga hari ke-5 fermentasi walaupun tidak terjadi pertumbuhan yang sangat signifikan.

Sudah dijelaskan sebelumnya bahwa penambahan NPK berperan sebagai medium yang dapat mendukung pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* secara optimal. Dimana N berfungsi sebagai sumber nitrogen yang berguna bagi pembentukan asam nukleat dan asam-asam amino, K berfungsi sebagai kofaktor enzim dan P berfungsi sebagai sintesis asam nukleat, ATP, fosfolipid dan senyawa yang mengandung fosfor lainnya (Bayu, 2011).

Derajat keasaman (pH)

Saccharomyces cerevisiae akan memproduksi etanol dengan baik apabila kondisi lingkungannya sesuai dengan yang dibutuhkan dan tidak menghambat kerja enzim pada sel. Nilai rata-rata derajat keasaman (pH) di setiap periode pengukuran hari ke-1 hingga hari ke-5 fermentasi dapat dilihat pada Gambar 12



Gambar 12. Hubungan antara pH dan waktu fermentasi.

Berdasarkan Gambar 12, dapat dilihat bahwa baik masing-masing perlakuan maupun interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh terhadap pH media pada proses fermentasi mulai hari ke-1 hingga hari ke-5. Nilai pH awal pada masing-masing medium adalah 4,5. Hasil pengukuran pH pada semua medium antara 3,9-4,5. Nilai pH medium tersebut masih berada dalam batas normal untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* yaitu 2,5-8,5, sehingga perubahan pH pada semua medium tidak menghambat pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* (Sari *et al.* 2004). Penambahan NPK dan penggunaan media air kelapa kental pada awal fermentasi tidak langsung mempengaruhi perubahan derajat keasaman selama fermentasi. Perubahan terjadi setelah sel melakukan metabolisme. Selama proses fermentasi, mikroba akan mengkonversi sumber karbon dari substrat menjadi biomassa dan produk, baik produk utama yaitu etanol maupun produk sampingan berupa asam-asam organik

seperti asam piruvat melalui proses glikolisis (Freudenberger, 2009).

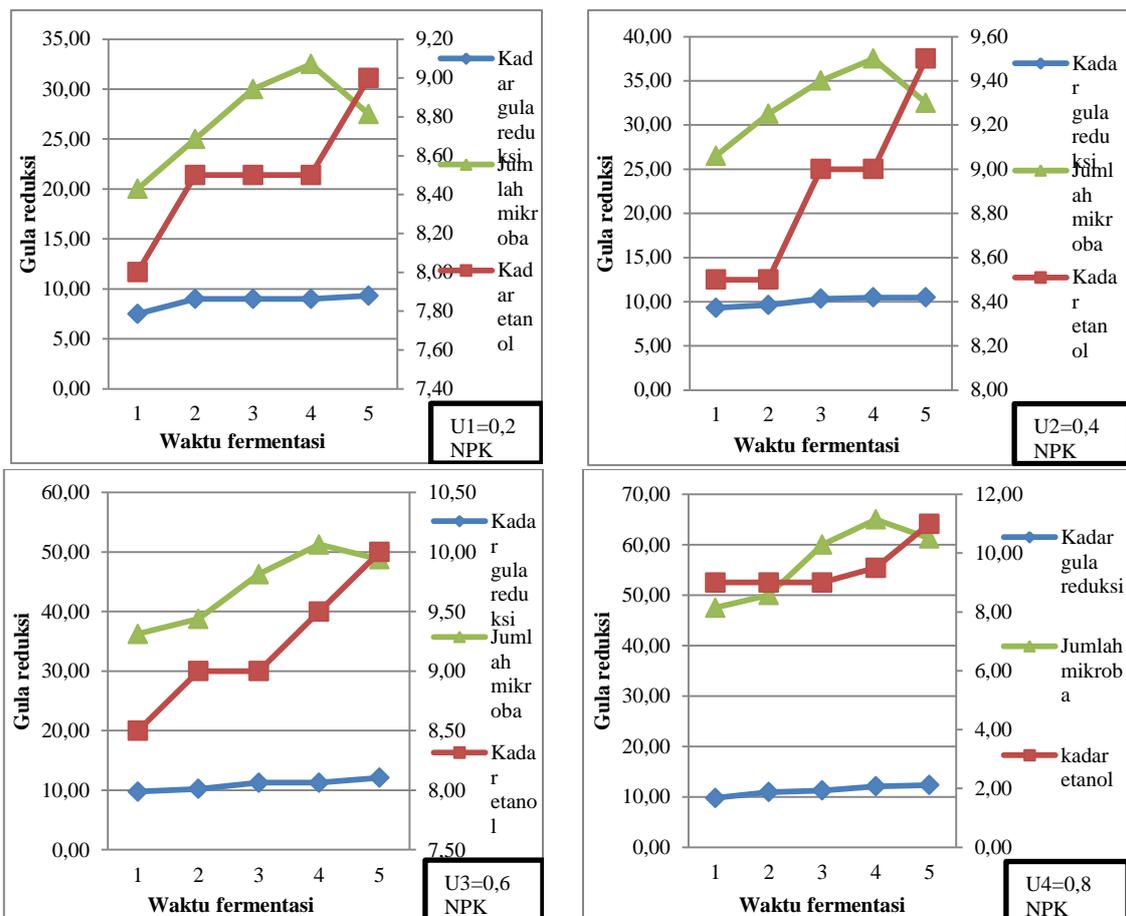
Perlakuan dari hari ke-1 hingga hari ke-5 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap medium fermentasi. Nilai derajat keasaman dipengaruhi oleh senyawa yang dihasilkan pada proses fermentasi. Proses metabolisme gula selain menghasilkan etanol, juga menghasilkan asam-asam organik sehingga dapat menurunkan nilai pH (Li dan Enrique, 2007).

Hubungan Antara Kadar Etanol, Kadar Gula, dan Jumlah Mikroba

Proses fermentasi bioetanol pada penelitian ini menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi bioetanol melibatkan reaksi oksidasi gula sederhana dalam kondisi anaerob dan dibagi menjadi dua fase yaitu proses oksidasi glukosa dan proses metabolisme piruvat (Drapcho *et al.*, 2008). Hubungan antara kadar etanol, kadar gula, dan jumlah mikroba dapat dilihat pada Gambar 13. Dari Gambar di bawah dapat dilihat hubungan antara kadar gula, kadar etanol dan jumlah mikroba.

Pada hari ke-1 hingga ke-5 fermentasi peningkatan jumlah konsumsi gula mulai terlihat, hal ini sejalan dengan etanol yang dihasilkan, peran NPK sebagai nutrisi yang berperan sebagai sumber pembentukan komponen utama sel terlihat semenjak hari ke-1 fermentasi. Banyaknya jumlah sel yang tumbuh mengakibatkan konsumsi gula semakin meningkat. Gula yang dikonsumsi oleh sel akan dikonversi menjadi etanol, semakin banyak gula yang dikonsumsi oleh *Saccharomyces cerevisiae* maka semakin banyak etanol yang dihasilkan.

Pengaruh penambahan NPK sangat terlihat didalam perlakuan U3 dan U4, dimana jumlah sel mikroba yang bertahan hidup lebih banyak dibandingkan perlakuan U1 dan U2. dihari fermentasi ke-4. Pada hari ke-5 fermentasi sel mengalami penurunan pada semua perlakuan (U1, U2, U3, U4) selain sel memasuki fase kematian, tingginya kadar etanol diakhir fermentasi dapat mengakibatkan kematian bagi sel itu sendiri



Gambar 13. Hubungan antara kadar gula, kadar etanol dan jumlah mikroba.

Pada perlakuan U1 penambahan NPK 0,2% terlihat bahwa konsentrasi bioetanol yang dihasilkan paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya, hal ini diduga suplai nutrisi untuk makanan dan pertumbuhan sel belum tercukupi sehingga *Saccharomyces cerevisiae* kekurangan energi, akibatnya banyak sel yang mengalami kematian. Mikroba sama dengan makhluk hidup lainnya, memerlukan suplai nutrisi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Untuk alasan ekonomis, biasanya digunakan NPK sebagai sumber N, P dan K yang dapat membantu pertumbuhan sel yang lebih optimal. Penambahan NPK pada medium fermentasi diharapkan dapat meningkatkan pembentukan komponen utama sel Dimana NPK dapat berfungsi sebagai tambahan nutrisi bagi sel untuk bertahan hidup.

Pada perlakuan U4 dihari terakhir adalah penghasil etanol tertinggi, ini terjadi karena suplai nutrisi untuk pertumbuhan *Sacharomyces cereviciae* semakin

tercukupi, sesuai dengan pendapat peneliti sebelumnya Rikana *et al.*, (2011) bahwa bakteri membutuhkan nutrisi essensial sebagai makanan dan sumber energi seperti nitrogen dan phosphate untuk tumbuh, dengan demikian maka bioetanol yang dihasilkan juga lebih maksimal.

PENUTUP

Kesimpulan

NPK berperan sebagai nutrisi essensial sebagai makanan dan sumber energi seperti nitrogen dan phosphate untuk pertumbuhan sel, dengan demikian maka bioetanol yang dihasilkan juga lebih maksimal. Mikroba sama dengan makhluk hidup lainnya, memerlukan suplai nutrisi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Penggunaan NPK sebesar 0,8% dengan konsentrasi gula media fermentasi sebesar 200 g/l menghasilkan kadar etanol tertinggi pada akhir fermentasi hari ke-5 yaitu sebesar 11 %.

Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi jumlah sel mikroba yang digunakan, sel mikroba berperan penting dalam menentukan fermentasi. Pembentukan bioetanol dan waktu fermentasi yang dilakukan bisa lebih lama, agar hasil bioetanol yang dihasilkan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amerine dan Cruess. 1960. **The Technology of Wine Making**. The Avi Publ, co. Inc., West Port, Connecticut.
- Anonim. 2012. **Pemakaian Bahan Bakar Minyak**. Badan Pusat Statistik. Indonesia.
- Azizah, R. 2014. **Kajian penggunaan Tween80™ pada berbagai konsentrasi nira nipah kental dalam proses fermentasi bioetanol**. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Barlina, Rindegan. 2007. **Pengaruh Perbandingan Air Kelapa dan Penambahan Daging Kelapa Muda Serta Lama Penyimpanan Terhadap Serbuk Minuman Kelapa**. Balitka. Sukabumi.
- Bayrock, D. P. dan M. W. Ingledew. 2001. **Application of multistage continuous fermentation for production of fuel alcohol by very-high-gravity fermentation technology**. Journal of Industrial Microbiology Biotechnology, volume 27(2): 87-93.
- Casey, G. P., C. A. Magnus dan W. M. Ingledew. 1984. **High-gravity brewing: effects of nutrition on yeast composition, fermentation ability and alcohol production**. Journal of Applied and Environmental Microbiology, volume 48(3): 639-646.
- Choi, W. Y., J. G. Han, C. G. Lee, C. H. Song, J. S. Kim, Y. C. Seo, S. E. Lee, K. H. Jung, D. H. Kang, S. J. Heo, J. S. Cho, dan H. Y. Leea. 2012. **Bioethanol production from Ulva pertusa Kjellman by high-temperature liquefaction**. Journal Chemical Biochemical Engineering, volume 26(1): 15-21.
- Dilapanga S., I. Isa dan L. Alio. 2008. **Pemanfaatan Kulit Pisang Menjadi Etanol Dengan Cara Hidrolisis dan Fermentasi Menggunakan Saccharomyces cerevisiae**. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Draphco, C. M., N. P. Nhuan dan T. H. Walker. 2008. **Biofuels Engineering Process Technology**. The McGraw-Hill Companies, Inc. USA.
- Fita, S. 2012. **Variasi nitrogen dan hidrolisis enzimatis pada produksi Beta Glukan Saccharomyces cerevisiae dengan medium Onggok Ubi Kayu dan Onggok Umbi Garut**. Skripsi Fakultas Tekhnik Universitas Indonesia.
- Fan, Q. W., J. G. Cui, Y. Y. Chun, dan P. Xu. 2007. **Optimization of an ethanol production medium in very high gravity fermentation**. Journal Biotechnology, volume 29: 233-236.
- Feng, J., Y. Zeng, C. Ma, X. Cai, Q. Zhang, M. Tong, B. Yu, dan P. Xu. 2006. **The surfactant Tween80 enhances biodesulfurization**. Journal Applied and Environmental Microbiology, volume 72(11): 7390-7393.
- Freudenberger, R. 2009. **Alkohol Fuel : A Guide to Making and Using Ethanol as A Renewable**. Friesens. Canada.

- Galeote, V. A. 2001. **Stress effect of ethanol on fermentation kinetics by stationary-phase cells of *Saccharomyces cerevisiae***. *Biotechnology Letters*, 23: 677–681.
- Ghee, J. Mc. 1982. **Fermentation Process**. Academic Press. New York.
- Haryani, S. 2008. **Produksi bioetanol dari sirup glukosa ubi jalar (*Ipomea batatas* L.) menggunakan *Saccharomyces cerevisiae***. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hasanudin dan I. H. Lahay. 2012. **Pembuatan Biopellet Ampas Kelapa Sebagai Energi Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah Ramah Lingkungan**. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Kirk, J., dan Othmer. 1994. **Encyclopedia Of Chemical Technology**. Vol. 10 Fourth Edition. John Wiley And Sons, Inc.
- Kunkee, K. D. dan C. J. Mardon. 1970. **Yeast in Wine Making**. Academic Press. London.
- K. C. Thomas, S. H. Hynes dan W. M. Ingledew. “**Effects of particulate materials and osmoprotectants on very high gravity ethanolic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae***, *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 60, no. 5, hal 1519-1524, 1994.
- Liu, C. G., Y. H. Lin and F. W. Bai. 2011. **Ageing vessel configuration for continuous redox potential controlled very high gravity fermentation**. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, volume 111(1): 61-66.
- Maharani, D. M. 2011. **Adaptasi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap hidrolisat asam ubi kayu untuk produksi bioetanol**. Skripsi. IPB. Bogor.
- Muchtadi, T. R., Sugino dan F. Ayustaningwarno. 2010. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**. Alfabeta. Bandung.
- Mushlihah, S., dan W. Herumurti. 2011. **Pengaruh pH dan konsentrasi *Zymomonas mobilis* untuk produksi etanol dari sampah buah jeruk**. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Nelson, D. L. dan M. M. Cox. 2008. **Lehning Principles of Biochemistry**. W. H. Freeman and Company. New York.
- Natalia, R., D., dan Parjuningtyas, S. 2012. **Bioetanol dari Jerami**. Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Natsir, R. 2013. **Hubungan Salinitas Perairan Dengan Kuantitas Bioetanol yang Dihasilkan oleh Nipah (*Nypa fruticans*) pada Berbagai Metode**. Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Ni Matun Najah. 2009. **Pengaruh penambahan nitrogen dan waktu fermentasi terhadap kadar etanol pada proses fermentasi kulit pisang ambon kuning (*Musa paradisiaca* Linn)**. Skripsi. fakultas sains dan teknologi, Universitas Negeri Islam Sunan Kalijaga.
- Neway, O. J. 1989. **Fermentation Process Development of Industrial Organism**. Marcel Dekker Inc. New York.

- Paturau, J. M. 1981. **By Product of the Cane Sugar Industry : An Introduction to their Industrial Utilization.** Elsevier Scientific Publ. Co. Amsterdam.
- Pham, T. N. L., N. H. D. Doan dan V. V. M. Le. 2010. **Using fed-batch fermentation in very high gravity brewing: Effects of Tween80™ and ergosterol supplementation on fermentation performance of immobilized yeast in calcium alginate gel.** Journal International Food Research, volume 17: 995-1002.
- Prescot, S. G. dan C. G. Dunn. 1991. **Industrial Microbiology.** McGraw – Hill Book Co. Ltd. New York.
- Puspitasari, D. R. 2008. **Kinerja dua strain khamir terhadap produksi etanol menggunakan dekstrin dan sirup glukosa dari ubi jalar (*Ipomea batatas* L.).** Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rehm, H. J. dan G. Reed. 1981. **Biotechnology.** Microbial Fundamental. Weinheim.
- Rindengan, B. dan H. Novarianto. 2004. **Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni.** Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Safri Ishmayana, Alfitri, Sadiyah Djajasoepana, Saadah D. Rachman, Agus Safari. **Kinerja fermentasi ragi *saccharomyces cerevisiae* pada media VHG dengan variasi konsentrasi ragi sebagai sumber nitrogen untuk produksi Bioetanol.** Jurusan Kimia, fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran.
- Situmorang, B. F. 2015. **Fermentasi bioetanol dari nira nipah kental secara semi sinambung dengan penambahan ergosterol.** Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Rikana, H., dan Adam, R. 2011. **Pembuatan Bioetanol dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape.** Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sudarmadji, S., Bambang dan Suhardi. 1997. **Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian.** Yogyakarta : Liberty.
- Suhardiono, L. 1988. **Tanaman Kelapa Budidaya dan Pemanfaatannya.** Kanisius. Jakarta.
- Sukarman. 2008. **Pengaruh fermentasi dan kadar konsentrasi ragi terhadap kadar alkohol pada fermentasi air kelapa.** Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Supatmawati. 2010. **Rekayasa proses produksi bioetanol dari hidrolisat pati sagu (*Metroxylon sp.*) menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* var. *Ellipsoids* pada kultivasi NIR sinambung dan semi sinambung.** Skripsi. IPB. Bogor.
- Surayya, I. 2008. **Pemanfaatan hidrolisat pati sagu (*Metroxylon sp.*) sebagai sumber karbon pada fermentasi etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae*.** Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Symes, M. 2007. **Osmosis.** Science: X-ray Magazine 20th edition.
- Tampubolon, S. D. R. 2006. **Pengaruh konsentrasi gula dan lama**

- penyimpanan terhadap mutu manisan cabai basah. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*, volume 4(1): 7-10.
- Tao, X., D. Zheng, T. Liu, P. Wang, W. Zhao, M. Zhu, X. Jiang, Y. Zhao, dan X. Wu. 2012. **A novel strategy to construct yeast *Saccharomyces cerevisiae* strains for very high gravity fermentation.** *Journal Plos One*, volume 7(2): 1-10.
- USDA. 2008. **Farms, Land Use, and Sales of Organically Produced Commodities on Certified and Exempt Organic Farms.** Washington
- Wahono, Damayanti dan Vita T. 2011. **Laju Pertumbuhan *saccharomyces c* Pada proses Fermentasi Pembentukan Bioetanol dari Biji Sorgum (*Sorghum bicolor* L).** Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Wyman, E. C. 2001. **Handbook on Bioethanol Production and Utilization.** Taylor and Francis. New York.
- Xiao, L. P., Z. J. Sun, Z. J. Shi, F. Xu, dan R. C. Sun. 2011. **Impact of hot compressed water pretreatment on the structural changes of woody biomass for bioethanol production.** Reviewed Article *Bioresources of China*.
- Yenti, S. R. 2012. **Fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan *Sacharomyces cereviceae* pada fermentor 70 liter.** Skripsi Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.
- Zely, F. D. 2014. **Pengaruh waktu dan kadar *Saccharomyces cerevisiae* terhadap produksi etanol dari serabut kelapa pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan enzim selulase.** Skripsi. Universitas Bengkulu. Bengkulu.